

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-145893

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl.⁶

G 2 1 D 3/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 2 1 D 3/00

技術表示箇所

L

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平7-323531

(22) 出願日

平成7年(1995)11月20日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 武田 如功

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社

東芝本社事務所内

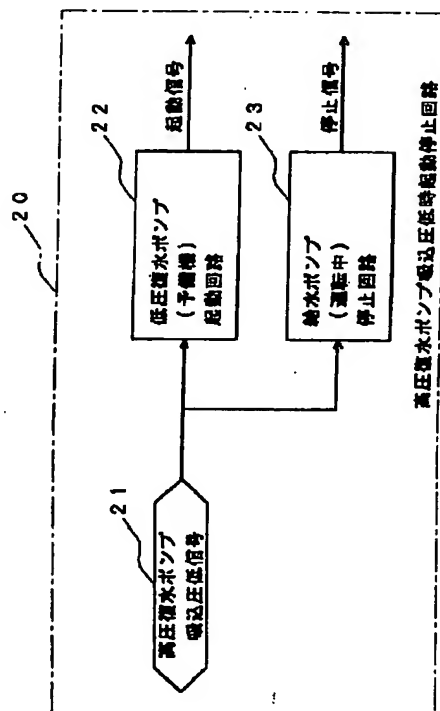
(74) 代理人 弁理士 紋田 誠

(54) 【発明の名称】 復水給水装置

(57) 【要約】

【課題】 高圧復水ポンプ吸込圧低のとき、全台停止という事態を避ける。

【解決手段】 圧力検知発振回路からの高圧復水ポンプ吸込圧低信号21が低圧復水ポンプ(予備機)起動回路22と給水ポンプ(運転中)停止回路23へ出力される。低圧復水ポンプ(予備機)起動回路22では、低圧復水ポンプ2cを起動させる起動信号を出力して、低圧復水ポンプ吐出配管の圧力を上昇させる。給水ポンプ(運転中)停止回路23では、運転中の給水ポンプ8a, 8bのいずれかを停止させる停止信号を出力して、給水量を減少させ、復水量を減少させ、低圧復水ポンプ吐出配管の圧力を上昇させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置において、前記高圧復水ポンプの吸込圧力低を検知したとき、停止中の低圧復水ポンプ 1 台を起動させる一方、運転中の給水ポンプの 1 台を停止させるインタロック回路を設けることを特徴とする復水給水装置。

【請求項 2】 複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置において、前記給水ポンプの吸込圧力低を検知したとき停止中の高圧復水ポンプ 1 台を起動させる一方、運転中の給水ポンプ 1 台を停止させるインタロック回路を設けたことを特徴とする復水給水装置。

【請求項 3】 複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置において、前記高圧復水ポンプの吸込圧力低を検知したとき、停止中の低圧復水ポンプ 1 台を起動させる一方、ランバックさせるインタロック回路を設けることを特徴とする復水給水装置。

【請求項 4】 複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置において、前記給水ポンプの吸込圧力低を検知したとき、停止中の高圧復水ポンプ 1 台を起動させる一方、ランバックさせるインタロック回路を設けたことを特徴とする復水給水装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子力発電プラントの原子炉へ給水を安定して供給する復水給水装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図 5 は、原子力発電所の復水給水系統図である。

【0003】図において、復水は復水器 1 から低圧復水系統 2 へ流入し、低圧復水系統 2 には 3 つの並列に接続された低圧復水送出流路に対応して 3 台の低圧復水ポンプ 2 a, 2 b, 2 c を配置している。ここで、低圧復水ポンプ 2 a, 2 b, 2 c の内で常用機 2 a, 2 b 2 台、予備機 2 c 1 台として運転がされ、低圧復水ポンプ 2 a, 2 b によって抽出された復水が復水浄化装置 3 に送られ、そこで復水中の不純物が除去される一方、イオン交換樹脂を用いて適切な水処理が施される。

【0004】続いて、高圧復水系統 5 へ復水が流入し、高圧復水系統 5 には、3 つの並列に接続された高圧復水送出流路に 3 台の高圧復水ポンプ 5 a, 5 b, 5 c を配置して、常用機 5 a, 5 b 2 台、予備機 5 c 1 台として運転がされ、高圧復水ポンプ 5 a, 5 b によって復水が給水加熱器 6 へ送水され加熱される。

【0005】給水加熱器 6 により加熱された給水は、給水系統 8 へ流入し、給水系統 8 には 3 つの並列された給水送出流路に 3 台の給水ポンプ 8 a, 8 b, 8 c が配置され、常用機 8 a, 8 b 2 台、予備機 8 c 1 台として運転がされ、給水ポンプ 8 a, 8 b によって原子炉 9 へ給水がされる。なお、4 は高圧復水ポンプ吸込圧カススイッチ、7 は給水ポンプ吸込圧カススイッチ、10 はタービンそれぞれ示している。

【0006】図 6 は、上記する高圧復水ポンプを起動または停止させる作用を説明するための起動停止回路の概略例を示すもので、大別して自動起動信号出力回路 12 と自動停止信号出力回路 13 と保護信号出力回路 14 と後述するロジックとからなっている。

【0007】保護信号出力回路 14 は、ポンプ潤滑油圧が所定値以下になると出力されるポンプ潤滑油圧低低信号 14 a とポンプ吸込圧が所定値以下になると出力されるポンプ吸込圧低低信号 14 b と電気故障時に出力される電気故障信号 14 c とポンプ等の電源が喪失したときに出力される電源喪失信号 14 d のいずれかが入力されると OR 回路 15 から ON 信号が OR 回路 16 へ出力されて停止信号が出力される一方、NOT 回路 17 を介して AND 回路 18 へ OFF 信号が出力され起動信号の出力が禁止される。

【0008】また、自動停止信号出力回路 13 から停止信号が OR 回路 16 へ出力されると停止信号が出力される一方、この停止信号が NOT 回路 19 を介して AND 回路 18 へ入力されると AND 回路 18 からの起動信号の出力が禁止される。なお、低圧復水ポンプあるいは給

水ポンプを起動停止する回路も概略同様である。

【0009】例えば、高圧復水ポンプ5a, 5bにポンプ吸込圧力低低が生じると、図5に示す高圧復水ポンプ吸込圧力スイッチ4が検知して図6に示すポンプ吸込圧低低信号14bが高圧復水ポンプ起動停止回路11の保護信号出力回路14へ入力してOR回路16から停止信号が図示しない電源盤へ出力して、例えば、高圧復水ポンプ5a, 5bが停止される。これによって、高圧復水ポンプ5a, 5bを保護しキャビテーションの発生を阻止する。また、高圧復水ポンプ5a, 5bに対してポンプ吸込圧低低以外の要因で保護信号出力回路14から停止信号が出力されたとき、予備機5cを起動させる。

【0010】ここで、予備機の起動方法について説明すると、例えば、ポンプ吸込圧低低信号14b以外の要因で保護信号出力回路14から停止信号が出力され、低圧復水ポンプ2a, 2b内の1台を停止させてしまった場合、まず、第1段階として前記停止信号を入力して下流側の低圧復水ポンプ5a, 5bのいずれか1台を停止させ、さらに、下流側の給水ポンプ8a, 8bの1台を前記停止信号によって停止させる。次に、第2段階として予備の低圧復水ポンプ2cを起動させ起動確認後に前記停止させた高圧復水ポンプ5a, 5bのいずれかを起動させ、さらに、停止させた給水ポンプ8a, 8bのいずれかを起動させるインタロック回路によって行われる。

【0011】このように起動させることにより、後述するように高圧復水ポンプ5a, 5bおよび給水ポンプ8a, 8bの吸込圧力の低下を阻止し、後述する保護信号出力回路によって高圧復水ポンプ5a, 5bと給水ポンプ8a, 8bとが全面停止という事態が避けられる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、復水給水装置では、保護信号出力回路が作動して対応するポンプが停止し、かつ、その停止信号が故障によって各インタロック回路へ伝達されないといういわゆる停止信号失敗を起こすことがあり得るが、かかる場合に従来の装置では、従来技術で説明したようなインタロック回路により予備機を起動させないために停止したポンプの下流側のポンプがポンプ吸込圧低低を招き一連のポンプが全面停止という事態となるおそれがある。

【0013】例えば、常用機である低圧復水ポンプ2a, 2bの内1台がポンプ吸込圧低低以外の要因で保護信号出力回路が動作して停止信号が出力され、低圧復水ポンプ2a, 2bの内1台が停止し、停止信号が各インタロック回路へ伝達されれば、まず、下流の給水ポンプ8a, 8bの1台の停止と下流の高圧復水ポンプ5a, 5bの1台の停止がなされる。その後、予備機である低圧復水ポンプ2c1台が起動され、起動後に停止した給水ポンプ8a, 8bの1台を起動させ、停止した高圧復水ポンプ5a, 5bの1台を起動させ正常に復帰することができる。

【0014】ところが、起動停止回路のいずれかの故障によって停止信号が伝達されないと、低圧復水ポンプ2a, 2bのいずれか1台停止しても復水給水装置から見ると低圧復水ポンプ2a, 2bが共に起動しているとして上記した予備機2cを起動させるように一連のインタロック回路が働かない。このため下流の2台運転の給水ポンプ8a, 8bと下流の2台運転の高圧復水ポンプ5a, 5bとへ低圧復水ポンプ2a, 2bの1台のみで復水を送ることとなる。よって、状況に応じて下流の高圧復水ポンプ5a, 5bの吸込流量不足からポンプ吸込圧低低が生じ、保護信号出力回路により停止信号が出力され、高圧復水ポンプ5a, 5bの双方が停止され、さらに、給水系統へ給水されないために、給水ポンプ8a, 8b双方も停止するという事態が生じるおそれがある。

【0015】このことは、高圧復水ポンプ5a, 5b内の1台がポンプ吸込圧低低以外の要因で保護信号出力回路で動作し、停止信号出力失敗したときも同様である。

【0016】そこで、本発明は復水給水系統の上流のポンプ保護信号出力回路が動作して常用機2台の内の1台が停止したときに、下流のポンプの吸込圧力の低下を阻止してポンプ吸込圧低低により停止する事態を回避できる復水給水装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置において、高圧復水ポンプの吸込圧力低を検知したとき、停止中の低圧復水ポンプ1台を起動させる一方、運転中の給水ポンプの1台を停止させるインタロック回路を設けるようにしたものである。以上の構成で、高圧復水ポンプの吸込圧力が低下したとき、低圧復水ポンプ1台が起動され上流側の低圧復水ポンプ吐出圧力が上昇する。さらに、下流側の給水ポンプ1台が停止され、給水流量の減少により低圧復水ポンプの吐出圧力がさらに上昇する。従って、高圧復水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【0018】請求項2の発明は、複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置にお

いて、給水ポンプの吸込圧力低を検知したとき停止中の高圧復水ポンプ 1 台を起動させる一方、運転中の給水ポンプ 1 台を停止させるインタロック回路を設けるようにしたものである。以上の構成で、給水ポンプの吸込圧力が低下したとき、高圧復水ポンプ 1 台が起動され上流側の高圧復水ポンプ吐出圧力が上昇する。さらに、下流側の給水ポンプ 1 台が停止され、給水流量の減少により高圧復水ポンプの吐出圧力がさらに上昇する。従って、給水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【0019】請求項 3 の発明は、複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置において、高圧復水ポンプの吸込圧力低を検知したとき、停止中の低圧復水ポンプ 1 台を起動させる一方、ランバックさせるインタロック回路を設けるようにしたものである。以上の構成で、高圧復水ポンプの吸込圧力が低下したとき、低圧復水ポンプ 1 台が起動され上流側の低圧復水ポンプ吐出圧力が上昇する。さらに、ランバックすることにより、原子炉出力が下がり必要給水流量が減少し、復水流量も減少し、高圧復水ポンプの吸込圧力が上昇する。従って、高圧復水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【0020】請求項 4 の発明は、複数の並列に接続された低圧復水送出流路にそれぞれ低圧復水ポンプを配置した低圧復水系統と、この低圧復水系統に接続する複数の並列に接続された高圧復水送出流路にそれぞれ高圧復水ポンプを配置した高圧復水系統と、この高圧復水系統に接続する複数の並列に接続された給水送出流路にそれぞれ給水ポンプを配置した給水系統とを有し、復水器からの復水を原子炉へ給水として送出する復水給水装置において、給水ポンプの吸込圧力低を検知したとき、停止中の高圧復水ポンプ 1 台を起動させる一方、ランバックさせるインタロック回路を設けるようにしたものである。以上の構成で、給水ポンプの吸込圧力が低下したとき、高圧復水ポンプ 1 台が起動され上流側の高圧復水ポンプ吐出圧力が上昇する。さらに、ランバックすることにより原子炉出力が下がり必要給水流量が減少し、復水流量が減少し、高圧復水ポンプの吐出圧力がさらに上昇する。従って、給水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】図 1 は本発明の第 1 実施の形態を

示す高圧復水ポンプ吸込圧力低時起動停止回路であって、高圧復水ポンプ吸込圧力低時起動停止回路 20 は、図示しない圧力検知発振回路から高圧復水ポンプ吸込圧力低信号 21 が入力する回路と高圧復水ポンプ吸込圧力低信号 21 を低圧復水ポンプ（予備機）起動回路 22 と給水ポンプ（運転中）停止回路 23 へ出力するように構成されている。

【0022】以上の構成で、図示しない圧力検知発振回路から高圧復水ポンプ吸込圧力低信号 21 が出力され高圧復水ポンプ吸込圧力低時起動停止回路 20 へ入力されると、この高圧復水ポンプ吸込圧力低信号 21 は低圧復水ポンプ（予備機）起動回路 22 と給水ポンプ（運転中）停止回路 23 へ入力される。高圧復水ポンプ吸込圧力低信号 21 が入力された低圧復水ポンプ（予備機）起動回路 22 では、低圧復水ポンプ 2c を起動させる起動信号を出力する。一方、高圧復水ポンプ吸込圧力低信号 21 が入力された給水ポンプ（運転中）停止回路 23 では、運転中の給水ポンプ 8a, 8b のいずれかを停止させる停止信号を出力する。

【0023】この結果、高圧復水ポンプ吸込圧力が下がり、ポンプ吸込側にキャビテーションが生ずるまえに、上流側の予備の低圧復水ポンプ 2c が起動され、低圧復水ポンプが 2 台起動となり、低圧復水ポンプ吐出配管の圧力が上昇する。また、給水ポンプを 1 台停止することにより、給水量が減少し、それに伴い復水量が減少することにより、低圧復水ポンプ吐出配管の圧力がさらに上昇する。

【0024】従って、高圧復水ポンプ吸込圧力が上昇し、高圧復水ポンプ吸込圧力低による高圧復水ポンプ全台停止をさせることができる。なお、給水ポンプ 1 台停止により給水量が一時減少するが、給水ポンプ 1 台停止により、予備の給水ポンプが自動起動することにより給水量は、すぐに回復し、一時的な給水量減少による原子炉水位低下分を回復すべく適正な給水量を確保できるので原子炉出力を維持できる。

【0025】なお、図 2 に示す本発明の第 2 実施の形態のように給水ポンプ吸込圧力低信号 21A により高圧復水ポンプ（予備機）起動回路 22A から起動信号を出力させる一方、給水ポンプ（運転中）停止回路 23 から停止信号を出力させるようにしてもよい。

【0026】このように原子炉 9 へ給水を供給するための低圧復水ポンプ 2a, 2b、高圧復水ポンプ 5a, 5b および給水ポンプ 8a, 8b の各 2 台を直列に構成した復水給水装置において、高圧復水ポンプ 5a, 5b または給水ポンプ 8a, 8b の吸込圧力低により、給水ポンプ 8a, 8b を 1 台停止し、予備の低圧復水ポンプ 2a, 2b または高圧復水ポンプ 5a, 5b を起動させるインタロックを設けているので、低圧復水ポンプ 2a, 2b、高圧復水ポンプ 5a, 5b および給水ポンプ 8a, 8b の健全性を損ねることなく原子炉水位を回復す

ることができるので、給水量を確保でき、原子炉出力を維持できる。

【0027】図3は本発明の第3実施の形態を示す高圧復水ポンプ吸込圧低時起動停止回路であって、高圧復水ポンプ吸込圧低時起動停止回路24は、図示しない圧力検知発振回路から高圧復水ポンプ吸込圧低信号25が入力する回路と高圧復水ポンプ吸込圧低信号25を低圧復水ポンプ（予備機）起動回路26とランバック回路27へ出力するように構成されている。

【0028】以上の構成で、高圧復水ポンプ吸込圧力が通常より低い値を検知し、高圧復水ポンプ吸込圧力検知発振回路からの出力信号により低圧復水ポンプが起動した場合、低圧復水ポンプは2台となり、低圧復水ポンプ吐出配管の圧力が上昇すると同時にランバックさせることにより、原子炉の出力が下がり、必要給水量が減少し給水量が低下する。それに伴い、復水量も低下するため高圧復水ポンプ吸込圧力が上昇し、高圧復水ポンプ吸込圧力低低による高圧復水ポンプ全台停止をさけることができる。

【0029】なお、図4に示す第4実施の形態のように給水ポンプ吸込圧低信号25Aによって高圧復水ポンプ（予備機）起動回路26Aを起動させ起動信号を出力する一方、ランバック回路27によってランバック信号を出力させるようにしてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明よれば、高圧復水ポンプの吸込圧力が低下したとき、低圧復水ポンプ1台を起動し、上流側の低圧復水ポンプ吐出圧力を上昇させ、下流側の給水ポンプ1台を停止し、給水流量の減少により低圧復水ポンプの吐出圧力を上昇させるようにしたために高圧復水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【0031】請求項2の発明は、給水ポンプの吸込圧力が低下したとき、高圧復水ポンプ1台を起動し、上流側の高圧復水ポンプ吐出圧力を上昇させ、下流側の給水ポンプ1台を停止し、給水流量の減少により高圧復水ポンプの吐出圧力を上昇させるようにしたために給水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【0032】請求項3の発明は、高圧復水ポンプの吸込圧力が低下したとき、低圧復水ポンプ1台を起動し、上

流側の低圧復水ポンプ吐出圧力を上昇させ、ランバックさせることにより、原子炉出力を下げて必要給水流量を減少させ、復水流量を減少させ高圧復水ポンプの吸込圧力を上昇させるようにしたために高圧復水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【0033】請求項4の発明は、給水ポンプの吸込圧力が低下したとき、高圧復水ポンプ1台を起動し、上流側の高圧復水ポンプ吐出圧力を上昇させ、ランバックさせることにより原子炉出力を下げて必要給水流量を減少させ、復水流量を減少させ、高圧復水ポンプの吐出圧力を上昇させるようにしたために給水ポンプの吸込圧力が低下しても全台停止という事態を回避でき、原子炉の水位を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態を示す高圧復水ポンプ吸込圧低時起動停止回路のロジック図である。

【図2】本発明の第2実施の形態を示す給水ポンプ吸込圧低時起動停止回路のロジック図である。

【図3】本発明の第3実施の形態を示す高圧復水ポンプ吸込圧低時起動回路のロジック図である。

【図4】本発明の第4実施の形態を示す給水ポンプ吸込圧低時起動回路のロジック図である。

【図5】原子炉の一般系統図である。

【図6】従来の高圧復水ポンプ起動停止回路の一例を示す概略図である。

【符号の説明】

1 復水器

2 低圧復水系統

2 a, 2 b, 2 c 低圧復水ポンプ

5 高圧復水系統

5 a, 5 b, 5 c 高圧復水ポンプ

8 給水系統

8 a, 8 b, 8 c 給水ポンプ

20 高圧復水ポンプ吸込圧低時起動停止回路

20 A 給水ポンプ吸込圧低時起動停止回路

21, 25 高圧復水ポンプ吸込圧低信号

21 A, 25 A 給水ポンプ吸込圧低信号

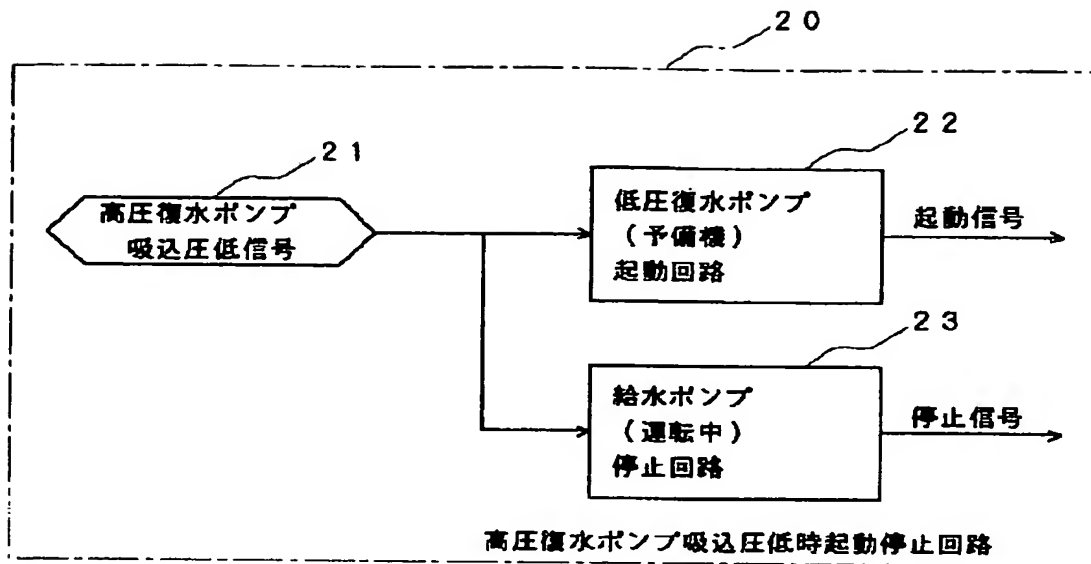
22, 26 低圧復水ポンプ（予備機）起動回路

22 A, 26 A 高圧復水ポンプ（予備機）起動回路

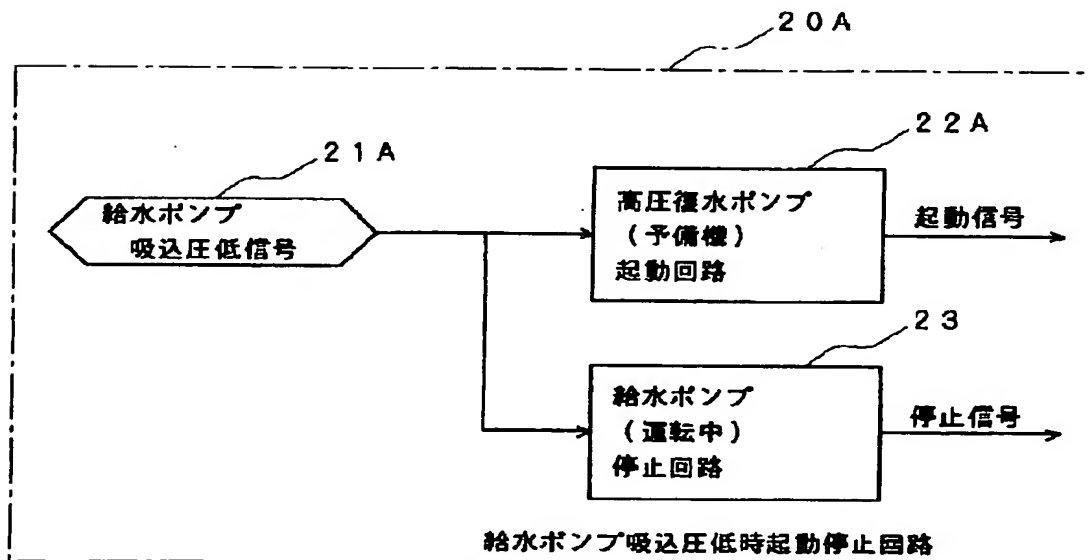
23 給水ポンプ（運転中）停止回路

27 ランバック回路

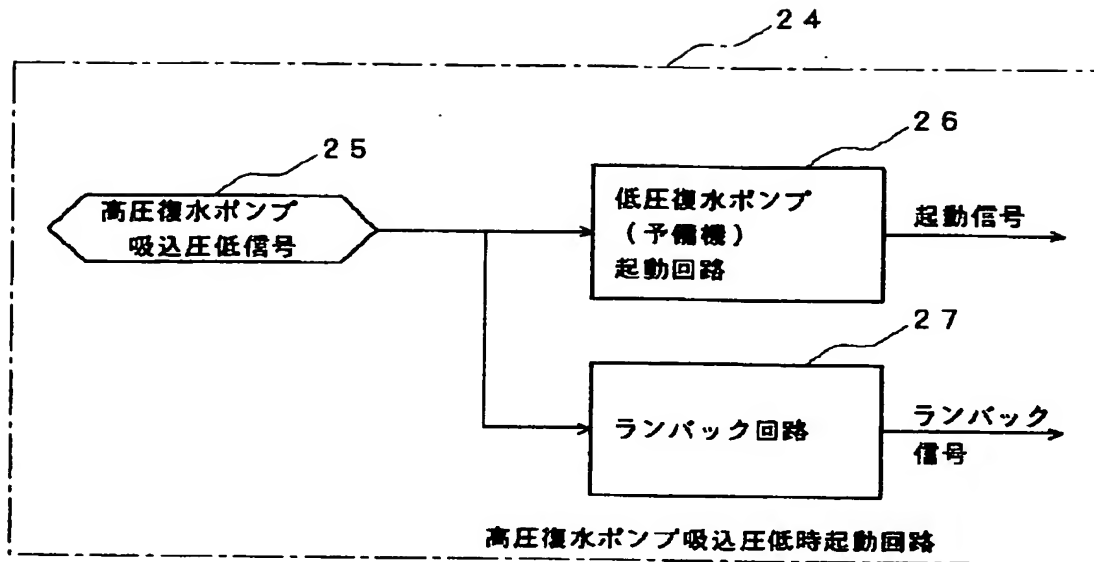
【図 1】



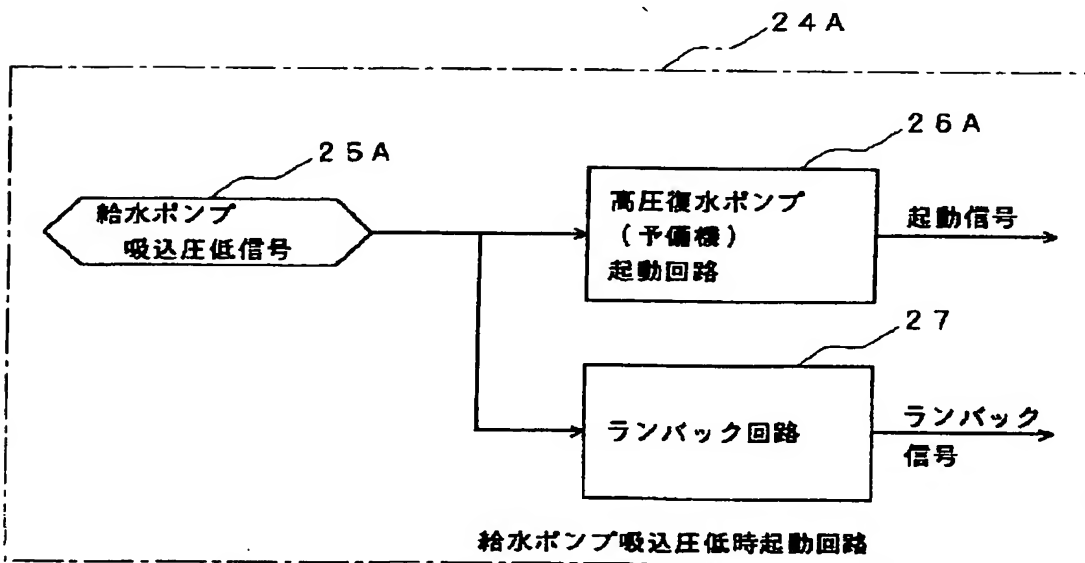
【図 2】



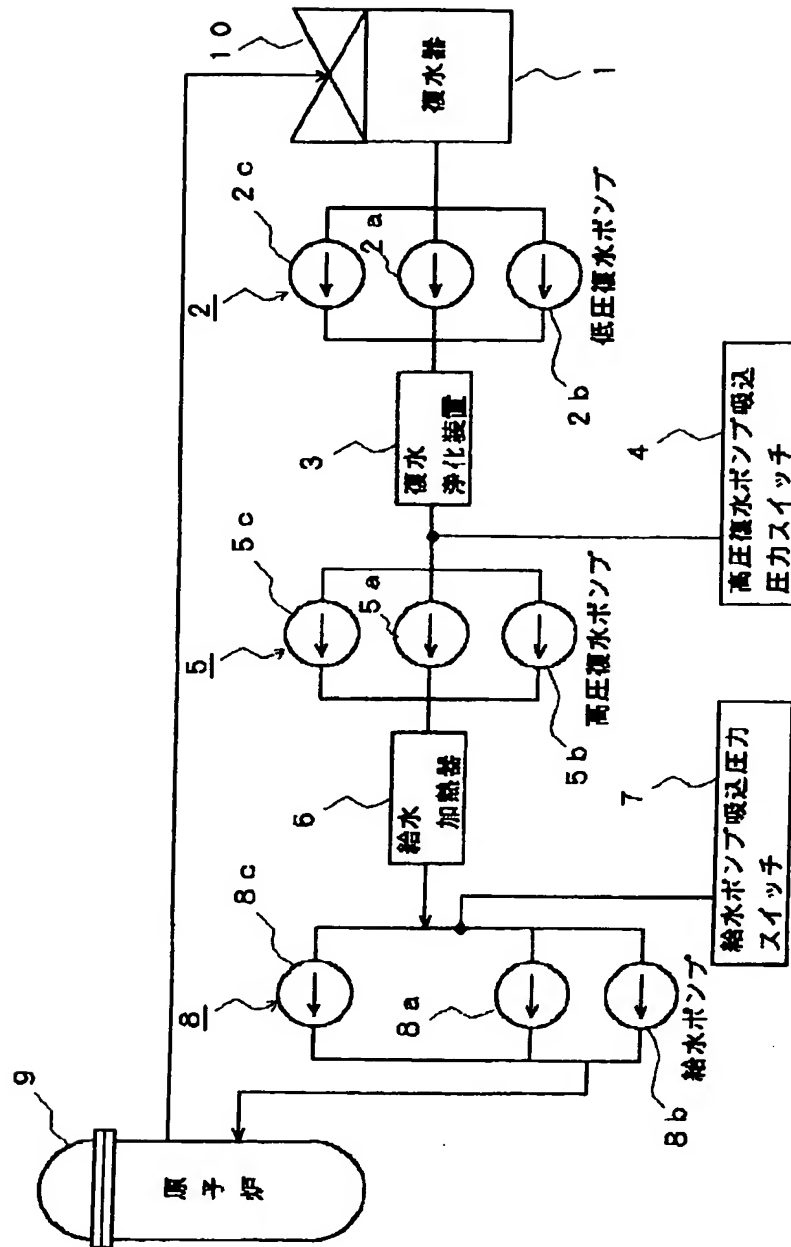
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

